

KLOORIANISOLIT SUOMALAISESSA RAKENNUSKANNASSA

Rakennusterveysseminaari 2026

Hanna Marttila

7.10.2026

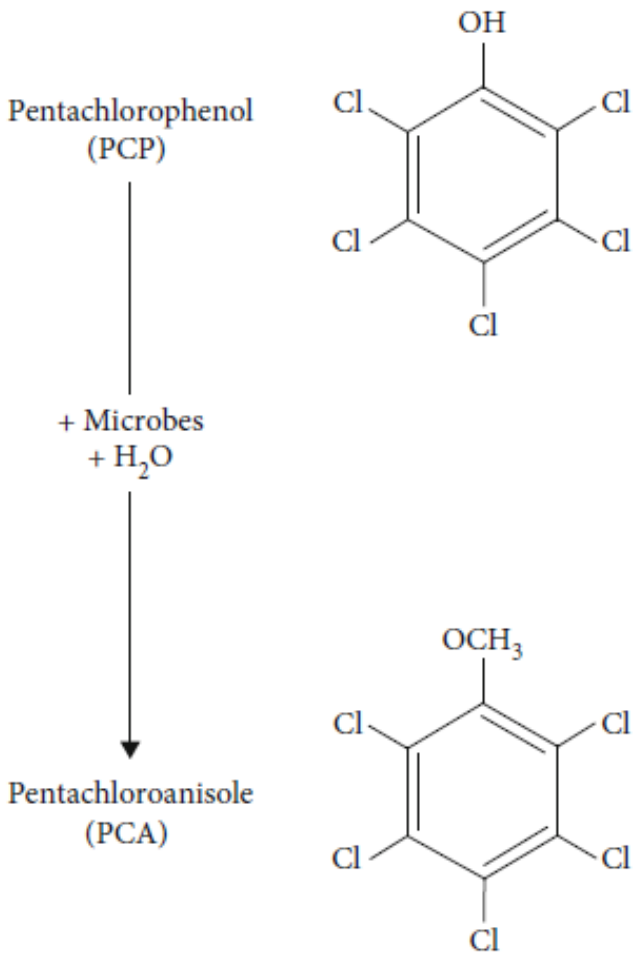
Kloorifenolit puunsuoja-aineina 1930–1990

- Pääasiallinen käyttötarkoitus sahatavaran sinistymisen ja homehtumisen estäminen
- Lisäksi käytetty mm.
  - Rakennusten runkorakenteiden suojaaminen
  - Lattia-, ikkuna- ja kattorakenteiden suojaaminen
  - Puupintojen suoja- ja pohjakäsittely ennen maalaamista
  - Liimapuulevyjen (vaneri) liimojen säilöntäaine
  - Maalien ja pintakäsittelyaineiden lisäaine
- Puutavara on voitu käsitellä jo suoraan sahalla (tukkien upottaminen), mutta myös pintasivelynä (alaohjauspuut) tai sumuttamalla (puruеristeet)
- Suomessa tunnettuja ja kloorifenoleja sisältäneitä kauppanimiä mm.
  - Ky-5, Valtti, Valtti Väritön, Ventti Väritön, Ventti Ruskea, Pinotex
- Kloorifenolien haitalliset terveysvaikutukset hyvin tunnettuja, kaupallista käyttöä rajoitettu 1993 ja kokonaan kielletty 2000
- Valtaosa Suomen rakennuskannasta on kloorifenolien käyttökaudelta
  - n. 1,5 miljoonaa asuin- ja mökkirakennusta 1930–1999 (Rekisteröity rakennuskanta, Tilastokeskus)

Puolihaihtuvista kloorifenoleista haihtuviksi kloorianisoleiksi

Kloorifenoleja + kosteutta + mikrobeja = kloorianisoleja

- Kloorifenoleista muodostuu mikrobitoiminnan (metylaatio, deklooraus) vaikutuksesta kloorianisoleja
  - Tarvitaan kosteutta ja aikaa, mutta ei merkittävää kosteus- tai mikrobivauriota
- Kloorianisolien hajukynnykset hyvin matalat, esim. 2,4,6-triCA:lla 0,005 µg/m^3
  - vrt. formaldehydin hajukynnys 35 µg/m^3
- Hajusta puhutaan usein tunkkaisena, ”mummonmökin” tai vanhan talon hajuna
- Haju tarttuu tiukasti muihin materiaaleihin, kuten tekstiileihin, hiuksiin ja rakennusmateriaaleihin
- Kloorianisoleja ei ole tiettävästi tai tarkoituksellisesti koskaan rakennuksiin lisätty, joten niiden esiintyminen viittaa kloorifenolia sisältävien puunsuoja-aineiden tai materiaalien käyttöön
- Terveysvaikutuksia tutkittu hyvin vähän, tämän hetken käsityksen mukaan sisäilmassa esiintyvillä kloorianisolipitoisuuksilla ei katsota olevan haitallisia terveysvaikutuksia



Lorentzen ym. 2023, https://doi.org/10.1155/2023/2585089

Aiemmin Labrocilla tutkittua…

- qPCR ja klooriansolit (Asikainen, Tegelberg & Mäkelä, Rakennusfysiikka 2023)
  - Analysoitiin rakennusmateriaalinäytteiden (N = 77) mikrobi- ja kloorianisolipitoisuuksia
  - Tavoitteena selvittää mikrobivaurion ja kloorianisolien havaitsemisen yhteyksiä materiaalinäytteissä
  - Yli puolessa näytteistä ei havaittu mikrobikasvua, mutta näistä yli 70 % havaittiin kloorianisoleja
  - Kohteissa mahdollisesti koettu tunkkainen haju voi johtua mikrobien sijaan kloorianisoleista

- Kloorifenolit ja kloorianisolit materiaalinäytteissä (Marttila, Asikainen, Rintala & Meklin, Rakennusfysiikka 2025)
  - Analysoitiin rakennusmateriaalinäytteiden (N = 28) kloorifenoli- ja kloorianisolipitoisuudet
  - Tavoitteena selvittää, voiko kloorianisolipitoisuudella päätellä tai paikantaa alkuperäistä kyllästettyä materiaalia
  - Kaikista näytteistä löytyi joko kloorifenoleja, kloorianisoleja tai molempia
  - Ei korrelaatiota kloorifenoli- ja kloorianisolipitoisuuksien välillä

N = näytemäärä

Kloorianisolipitoisuudet ilmanäytteissä suomalaisissa rakennuksissa

Aineisto ja menetelmä

- Aineisto on koottu
  - 1/2021 – 6/2026 (kaikki rakennukset, N=506)
  - 1/2021 – 3/2026 (asunnot, N=319)
- Kaikki rakennukset pitää sisällään kaikentyyppisiä yksityisiä ja julkisia rakennuksia
- Asuntojen aineistosta on karsittu ulkopuolelle kaikki selvästi muussa käytössä olevat rakennukset, mm.
  - Mökit ja vapaa-ajan asunnot, varastot, puuliiterit, kellarit, väestönsuojat, kirkot, virastotalot
- Näytteenotto aktiivisesti pumpulla 130 ml/min virtauksella 90 minuuttia, näytemäärä noin 12 litraa
- 10 kloorianisoliyhdisteen analyysi SIM-tekniikalla TD-GC-MS -laitteistolla
- Akkreditoitu menetelmä (FINAS, SFS-EN ISO/IEC 17025, T314)

- Laskettiin yhdisteiden esiintymisprosentteja sekä summapitoisuuksien tunnuslukuja
  - KA, MIN, MAX, MED, P70, P90

Kloorianisolipitoisuudet ilmanäytteissä suomalaisissa rakennuksissa

Tulokset: Eri kloorianisoliyhdisteiden esiintyminen aineistoissa

Kaikki rakennukset, tammikuu 2021–kesäkuu 2026. MR = analyysimenetelmän määritysraja.			
	MR ($\mu g/m^3$)	**Esiint. %**	**N**
2,6-diCA	<0.002	2	506
2,4-diCA	<0.002	14	65
2,3-diCA	<0.003	0	506
2,4,6-triCA	<0.005	41	506
2,3,6-triCA	<0.003	1	506
2,4,5-triCA	<0.003	2	506
2,3,4-triCA	<0.001	1	506
-	-	-	-
2,3,4,6-tetraCA	<0.002	89	506
2,3,4,5-tetraCA	<0.001	1	506
pentaCA	<0.001	59	506

Asuinrakennukset, tammikuu 2021–maaliskuu 2026. MR = analyysimenetelmän määritysraja.			
	MR ($\mu g/m^3$)	**Esiint. %**	**N**
2,6-diCA	<0.002	2	319
-	-	-	-
2,3-diCA	<0.003	0	319
2,4,6-triCA	<0.005	54	319
2,3,6-triCA	<0.003	0	319
2,4,5-triCA	<0.003	2	319
2,3,4-triCA	<0.001	0	319
2,3,5,6-tetraCA	<0.001	1	319
2,3,4,6-tetraCA	<0.002	94	319
2,3,4,5-tetraCA	<0.001	1	319
pentaCA	<0.001	60	319

- Molemmissa aineistossa yleisimmät yhdisteet
  - 2,4,6-triCA
  - 2,3,4,6-tetraCA
  - pentaCA
- Kyseisten yhdisteiden vastaavat kloorifenolit olivat Ky-5:n pääasialliset tehoaineet

Kloorianisolipitoisuudet ilmanäytteissä suomalaisissa rakennuksissa

Tulokset: Aineistojen kloorianisolisummapitoisuuksien tunnusluvut

- Kloorianisolien summapitoisuuksienkin tasolla puhutaan hyvin pienistä pitoisuuksista
  - vrt. TVOC tyypillisesti asunnoissa 30–200 µg/m^3 IV-tekniikasta riippuen
- Tunnusluvut toisiaan vastaavat molemmissa aineistoissa, pois lukien maksimiarvo
- Kloorianisolipitoisuuksille ei ole olemassa raja-arvoja

Kloorianisolisummapitoisuuksien tunnusluvut.

	KA (µg/m^3)	MIN (µg/m^3)	MAX (µg/m^3)	MED (µg/m^3)	P70 (µg/m^3)	P90 (µg/m^3)	N
summaCA kaikki rakennukset	0.168	0.000	20.4	0.032	0.069	0.205	506
summaCA asunnot	0.131	0.000	4.0	0.033	0.067	0.203	319

TVOC = haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus

Korjaaminen…

- …on vaikeaa?
  - Kyllästetyn materiaalin paikantaminen, poistaminen ja korvaaminen
  - Kyllästetyn materiaalin kapseloiminen
  - Ilmanvaihdolliset ratkaisut
  - Muiden kloorianisolien hajun absorboimien materiaalien poistaminen ja korvaaminen
- Tapaukset voivat olla hyvin erilaisia, esim.
  - kyllästetyn materiaalin määrä ja sijainti rakennuksessa, rakennuksen käyttötarkoitus
- Taloudelliset realiteetit
- Dokumentoituja korjauskertomuksia hyvin vähän

- Kloorianisolien löytyminen ei poissulje kosteus- ja mikrobivaurion mahdollisuutta, sekin syytä selvittää ja korjata

Yhteenveto: Mitä me tiedetään (ja toivotaan)?

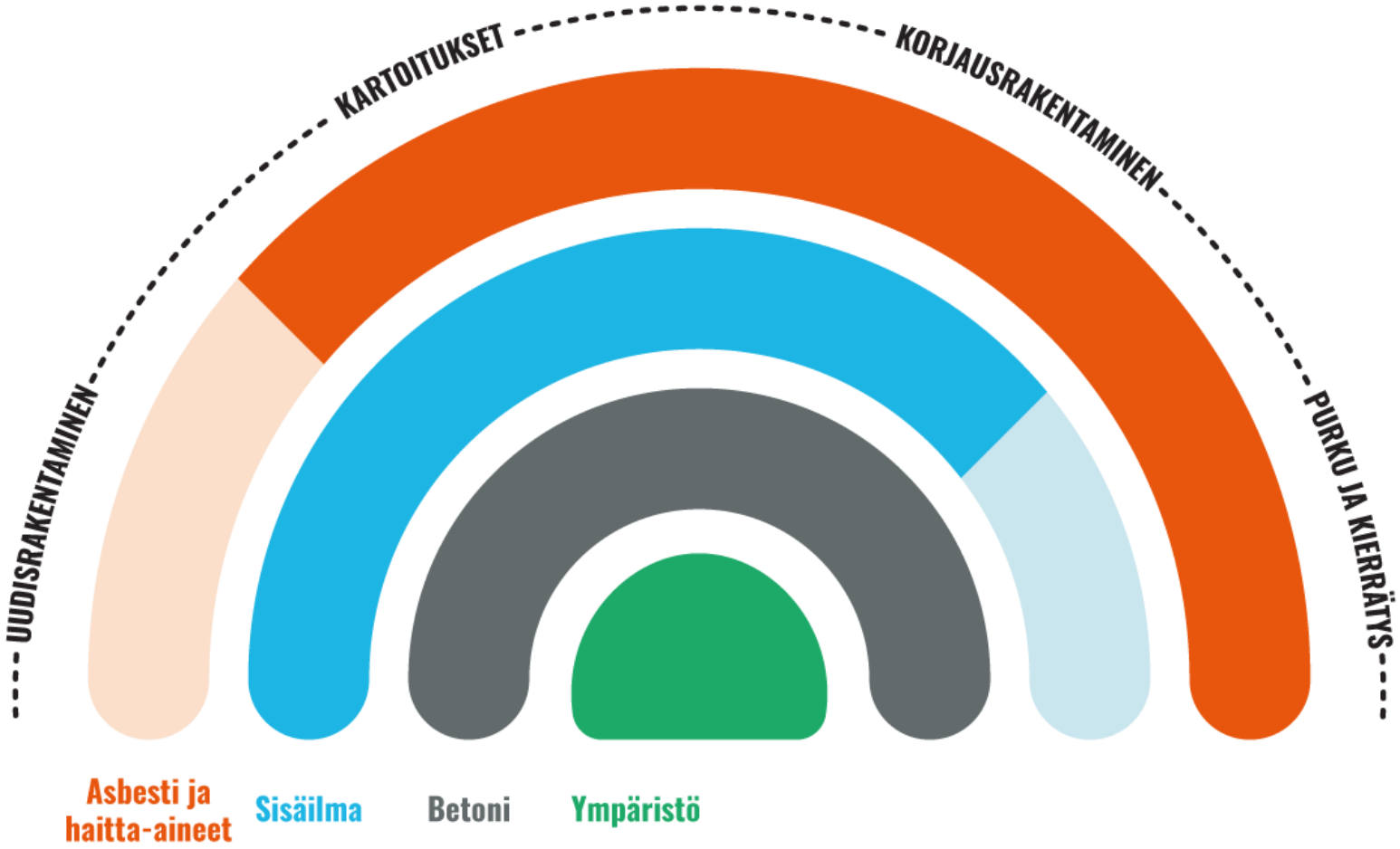
- Kloorianisolien tarttuva, tunkkainen haju aiheuttaa ainakin taloudellisia ja sosiaalisia haittoja
- Ongelma koskee kasvavaa osaa suomalaisesta rakennuskannasta
- Korjaaminen koettu hankalaksi niin hajun tarttumisen kuin kohteiden moninaisuuden vuoksi
- Kiertotalous edistää puumateriaalien uusiokäyttöä
  - Saharakennuksien puumateriaalin uudelleenkäytön myötä kloorifenolikyllästettyä puuta on päätynyt moniin rakennuksiin
  - Purueristeet, hirret…
  - Puumateriaalien kierrätys kasvaa, kloorianisolitaloja puretaan
  - Eiväthän kyllästetyt materiaalit päädy seuraaviin rakennuksiin?

- Toivotaan tutkimusta sekä terveysvaikutusten että korjaustapojen ja -mahdollisuuksien näkökulmasta

Kiitos!
Kysyttävää?

Hanna Marttila
0447760473
hanna.marttila@labroc.fi

Arja Asikainen
0447760471
arja.asikainen@labroc.fi



LÄHTEET

Asikainen A., Tegelberg P., Mäkelä J. (2023) Mikrobivaurion toteamisen haasteet. Kloorianisoli-analyysi tuomaan lisätietoa korjausrakentamiseen. Rakennusfysiikka 2023. Seminaarijulkaisu s. 461–466.

Gunschera, J., Fuhrmann, F., Salthammer, T., Schulze, A., Uhde, E. and Uhde, M. 2005. Chloroanisoles as indoor pollutants originating from PCP-metabolism, Proc. Indoor Air, 215, 4–2158.

Lindqvist H., Kylä-Harakka T., Isoaho S., Karjalainen A., Lameranta A., Matinvesi J. 1984. Selvitys saha- ja kyllästystoiminnan sekä uiton ja tukkien varastoinnin vesiensuojelukysymyksistä. Vesihallitus. Helsinki. Tiedotus 258.

Lorentzen J. C., Juran S. A., Nilsson M., Nordin S., Johanson G. 2016. Chloroanisoles may explain mold odor and represent a major indoor environment problem in Sweden. Indoor Air, Vol. 26: 207–218.

Lorentzen, J. C., Harderup, L.-E., & Johanson, G. (2023). Evidence of unrecognized indoor exposure to toxic chlorophenols and odorous chloroanisoles in Denmark, Finland, and Norway. Indoor Air, 2023, 2585089. https://doi.org/10.1155/2023/2585089

Lorentzen, J. C., & Johanson, G. (2025). Evidence of malodorous chloroanisoles in “mold houses” was omitted when indoor air research evolved. Microorganisms, 13(6), 1363. https://doi.org/10.3390/microorganisms13061363

Marttila H., Asikainen A., Rintala H., Meklin M. (2025) Kloorifenolien ja kloorianisolien esiintyminen rakennusmateriaali-näytteissä. Rakennusfysiikka 2025. Seminaarijulkaisu s. 525–528

Suomen virallinen tilasto (SVT): Rakennuskanta. Verkkojulkaisu. Helsinki: Tilastokeskus. Viitattu: 3.10.2026. Saatavilla verkossa https://stat.fi/fi/tilasto/rak